



MỘT PHƯƠNG PHÁP MỚI TÍNH TOÁN XÓI SÂU TẠI MỔ CẦU TRONG ĐIỀU KIỆN XÓI NƯỚC ĐỤC

Phạm Thành Nam¹

Tóm tắt: Căn cứ vào các kết quả thí nghiệm trong phòng và ngoài hiện trường đã có và sử dụng ý kiến chuyên gia về xói mố cầu, bài báo đề xuất áp dụng phương pháp mới ước lượng xói sâu tại mố cầu, trong điều kiện xói nước đục, xuất phát từ phân tích trường dòng chảy khu vực mố cầu. Phương pháp này đã phát triển các phương trình xói mố nước đục bằng cách xem xét các loại yếu tố, bao gồm dạng mố, vị trí mố, các điều kiện dòng chảy và các điều kiện vận chuyển bùn cát. Các phương trình này sử dụng xói thu hẹp như là khởi động cơ sở cho tính toán xói mố và áp dụng hệ số kinh nghiệm kể đến ảnh hưởng xói khuếch đại, đối với độ sâu, của sự phân bố không đều của dòng chảy bị thu hẹp khi qua cầu và của các đặc trưng của xoáy rối kích thước lớn phát triển trong phạm vi lân cận mố.

Từ khóa: Xói mố cầu; đường dẫn đầu cầu; xói trụ cầu; xói thu hẹp; xói nước trong; xói nước đục.

Summary: Based on results of available model testing and prototype observations, and evaluation of an expert panel for abutment scour, the paper has proposed a new method for abutment live-bed scour-depth estimation, starting to analyze flow field around the bridge abutment. This method provided abutment live-bed scour equations considering a range of abutment types, abutment locations, flow conditions, and sediment transport conditions. These equations are to use contraction scour as the starting calculation for abutment scour and apply a factor to account for large-scale turbulence developed in the vicinity of the abutment.

Keywords: Abutment/embankment scour; pier scour; contraction scour; clear-water scour; live-bed scour.

Nhận ngày 01/12/2013, chỉnh sửa ngày 15/12/2013, chấp nhận đăng 28/2/2014



1. Đặt vấn đề

Trên thế giới, cho đến nay, các công trình nghiên cứu về xói quanh mố cầu vẫn còn chưa nhiều kể cả phương diện lý thuyết lẫn thực nghiệm, so với các công trình nghiên cứu về xói cục bộ quanh trụ cầu. Các phương trình dự báo độ sâu xói mố như Liu et al (1961), Laursen (1980), Froehlich (1989) và Melville (1992) hoàn toàn dựa trên các số liệu thực nghiệm trong phòng thí nghiệm. Vấn đề là ở chỗ, chỉ có rất ít các số liệu hiện trường về xói mố để kiểm định các phương trình xói mố. Các phương trình đã được phát triển bằng cách sử dụng mố và chiều dài đường dẫn đầu cầu như là một trong các biến số. Cách tiếp cận này đã dẫn đến dự đoán quá mức độ sâu xói thực tế, do lưu lượng trong máng thí nghiệm bị chặn bởi mố có liên hệ trực tiếp với chiều dài mố, trong khi đó, ở ngoài hiện trường, đây là trường hợp hiếm gặp. Nhìn trên tổng thể, xói mố phụ thuộc vào sự tương tác của dòng chảy bị chặn bởi mố và đường dẫn đầu cầu với dòng chảy trong lòng dẫn cơ sở tại vị trí mố. Ở ngoài hiện trường, lưu lượng trên bãi sông hướng trở lại lòng dẫn cơ sở tại vị trí mố không phụ thuộc đơn giản vào chiều dài mố và đường dẫn đầu cầu. Độ sâu xói mố, ngoài phụ thuộc vào hình dạng mố và lưu lượng trong lòng dẫn cơ sở tại vị trí mố còn phụ thuộc vào phần lưu lượng chủ yếu của dòng bãi, hướng trở lại lòng dẫn cơ sở tại vị trí mố, bị chặn không phải bởi toàn bộ mà chỉ một phần chiều dài mố. Phần chiều dài mố chặn phần lớn lưu lượng dòng bãi được gọi là chiều dài chặn dòng

¹ TS, Khoa Xây dựng Công trình thủy. Trường Đại học Xây dựng. E-mail: giangnguyen9@yahoo.com

hiệu quả (L') có thể xác định được thông qua sử dụng mô hình toán dòng chảy 2 chiều, trung bình độ sâu [10].

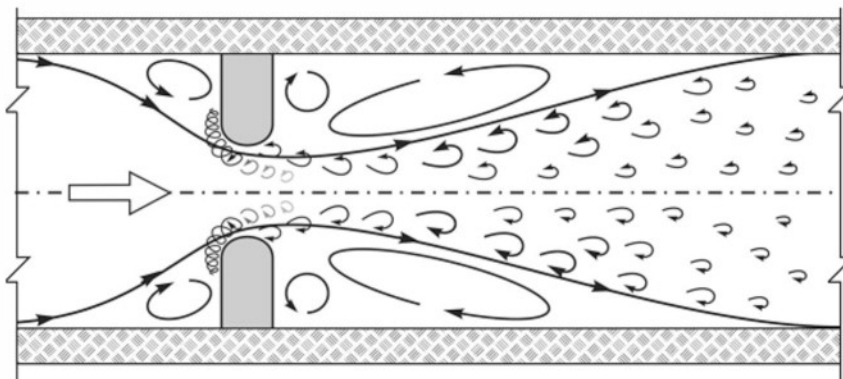
Ở Việt Nam, các nghiên cứu chuyên sâu về xói lở trụ cầu đáng kể nhất là nghiên cứu của GS.TSKH Nguyễn Xuân Trục và KS. Nguyễn Hữu Khải - Trường ĐH Xây dựng [4], của PGS.TS Trần Đình Nghiên - Trường ĐH Giao thông Vận tải [1, 2, 3]. Các nghiên cứu của các tác giả trong nước và các tài liệu chỉ dẫn thiết kế ở Việt Nam [3, 4] hầu như chỉ tập trung vào vấn đề xói cục bộ quanh trụ cầu, còn vấn đề xói quanh móng cầu được đề cập sơ sài, đơn giản, bằng cách hoặc áp dụng công thức của I.I Iaratslaxev, là công thức duy nhất được đề xuất sử dụng, khi coi móng cầu như là trụ cầu có chiều rộng lớn [4], hoặc tham khảo các công thức sử dụng trực tiếp biến chiều dài móng [3].

Các cách tiếp cận trên đều dựa trên quan điểm tính toán xói cục bộ móng tách riêng khỏi tính toán xói chung (hay xói thu hẹp) chưa phản ánh một cách đầy đủ và đúng thực tế hiện trường cấu trúc dòng chảy khu vực móng cầu, cơ chế gây xói quanh móng cầu và các yếu tố ảnh hưởng đến độ sâu xói móng cầu. Đây là trở ngại lớn trong việc đánh giá khả năng xói sâu móng cầu cũng như kiểm định sự ổn định của móng móng cầu. Nhằm góp phần nâng cao độ chính xác của việc dự báo chiều sâu xói cục bộ tại móng cầu trong công tác thiết kế công trình móng móng cầu ở Việt Nam, bắt đầu từ xem xét trường dòng chảy thực tế khu vực móng cầu, bài báo này đề xuất áp dụng một phương pháp mới ước lượng xói sâu tại móng cầu, được đặt gần bờ lòng dẫn cơ sở, không bị nước tràn qua và không chịu ảnh hưởng triều.

Cơ sở của đề xuất áp dụng phương pháp mới này là: (1) Các kết quả nghiên cứu thực nghiệm trong phòng và một vài số liệu hiện trường có sẵn của các nhà nghiên cứu về lĩnh vực xói móng cầu, trong việc đánh giá ước lượng xói; (2) Các ý kiến chuyên gia, thuộc Hội đồng Thẩm định Dự án "Chương trình hợp tác nghiên cứu quốc gia về đường cao tốc" (Mỹ) (NCHRP Project 24-27), về khả năng áp dụng phương pháp vào thực tế hiện trường.

2. Trường dòng chảy khu vực móng cầu

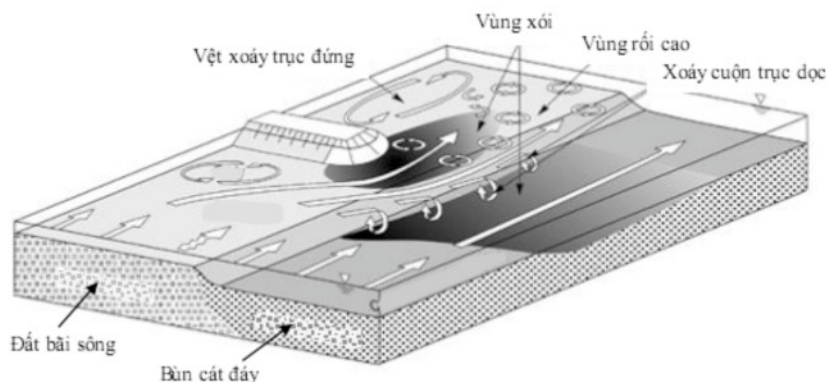
Dòng chảy qua cầu bị thu hẹp bởi móng cầu và đường dẫn của nó, về cơ bản là dòng chảy quanh đoạn thu hẹp ngắn. Hình 1 minh họa bằng sơ đồ những đặc trưng cơ bản của dòng chảy và mối liên quan giữa thu hẹp và sự hình thành trường dòng chảy phức tạp xung quanh móng. Chiều rộng dòng chảy bị thu hẹp và dòng chảy tăng tốc qua đoạn thu hẹp sẽ tạo nên các xoáy rối kết cấu lớn (bao gồm xoáy trực đứng và xoáy trục dọc khác nhau, riêng biệt, quay tròn từ các biên thu hẹp) bị ném vào và phân tán trong phạm vi dòng chảy. Sự thu hẹp dòng chảy và tính rối tại nhiều khẩu độ cầu còn bị tăng thêm do sự phức tạp của hình dạng lòng dẫn.



Hình 1. Cấu trúc dòng chảy bao gồm các xoáy rối có kết cấu lớn được hình thành bởi dòng chảy xung quanh móng trong máng thu hẹp [9, 10]

Thông thường, các tuyến đường thủy đi qua lòng sông có mặt cắt ngang phức tạp được hình thành bởi lòng dẫn cơ sở sâu hơn, kế bên là bãi sông (Hình 2).

Để mở rộng quy mô nghiên cứu vấn đề xói móng, coi tất cả biên dòng chảy đều có khả năng bị xói. Như hình 2 thể hiện, các nét nổi bật chính của đoạn thu hẹp ngắn chiếm ưu thế tại khẩu độ cầu.



Hình 2. Kết cấu dòng chảy bao gồm các xoáy rối có kết cấu lớn được hình thành bởi sự tương tác dòng chảy giữa bãi sông và lòng dẫn cơ sở; Sự phân tách dòng chảy xung quanh mố và khu vực xoáy nước nằm trên bãi sông của lòng dẫn phức tạp [9, 10].

Mặc dù, xem dòng chảy qua mố giống với đoạn dòng chảy thu hẹp ngắn có phần nào đơn giản, nhưng một vấn đề quan trọng được đặt ra là trường dòng chảy xung quanh mố sẽ không được mô tả như là trường dòng chảy thu hẹp (đặc trưng bởi sự thu hẹp dòng chảy) tách rời khỏi trường dòng chảy cục bộ (đặc trưng bởi xoáy rối kết cấu lớn), được hình thành gần mố. Hai đặc trưng dòng chảy, bao gồm sự thu hẹp dòng chảy và xoáy rối kết cấu lớn, có sự liên hệ với nhau và khó có thể tách biệt nhau. Một trong hai đặc trưng đó của dòng chảy có thể chiếm ưu thế tùy thuộc vào mức độ thu hẹp dòng chảy, các đặc trưng mố và nền móng của mố. Khi mố làm thu hẹp dòng chảy dưới cầu ở mức độ vừa phải, xoáy tại mố có thể được phát triển rộng do chịu tác ảnh hưởng đồng thời của xoáy do thu hẹp và xoáy do xoáy rối kết cấu lớn hình thành xung quanh mố. Đối với khẩu độ cầu bị thu hẹp nhiều, trường dòng chảy thu hẹp sẽ lấn át trường dòng chảy cục bộ. Khu nước vật lớn sẽ hình thành ở thượng lưu đường dẫn đầu cầu, kèm theo hiện tượng nước dâng phía trước cầu, làm cho dòng chảy tăng tốc rõ rệt khi vượt qua khẩu độ cầu.

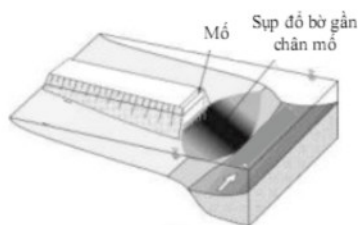
Khi nền móng của mố có dạng khối đặc tiếp giáp mở rộng vào đáy bãi sông hoặc lòng dẫn cơ sở, sự phát triển xoáy có thể tương tự với xoáy tại trụ cầu rộng khi dòng chảy bị thu hẹp và xoáy rối kết cấu lớn được hình thành. Các mố như vậy bao gồm các trường hợp, ở đó, tường ván cừ đặt bao quanh chân mái dốc của mố dạng $\frac{1}{4}$ nón mố (để bảo vệ mái dốc khỏi mất ổn định và hư hỏng) hoặc khi tường cánh được đặt trên cọc cừ.

Tóm lại, về cơ bản mố cầu là đoạn thu hẹp ngắn bị xoáy. Vận tốc dòng chảy lớn và xoáy rối kết cấu lớn xung quanh mố có thể bào xói mố.



3. Phương pháp mới tiếp cận xoáy mố NCHRP [9, 10]

NCHRP (Nation Cooperative Highway Research Program-Chương trình hợp tác nghiên cứu quốc gia về đường cao tốc của Mỹ) đã phát triển các phương trình xoáy mố bằng cách xem xét các loại yếu tố, bao gồm dạng mố, vị trí đặt mố, các điều kiện dòng chảy và các điều kiện vận chuyển bùn cát. Các phương trình này sử dụng xoáy thu hẹp như là khởi động cơ sở cho tính toán xoáy mố và áp dụng hệ số kinh nghiệm kể đến ảnh hưởng xoáy khuếch đại, đối với độ sâu, do sự phân bố không đều của dòng chảy bị thu hẹp khi qua cầu và các đặc trưng của xoáy rối kích thước lớn phát triển trong phạm vi lân cận mố. Một nét đặc biệt quan trọng đối với tính toán xoáy thu hẹp là mố đã tạo ra sự phân bố dòng chảy không đều trên đoạn thu hẹp. Dòng chảy tập trung nhiều hơn tại vùng lân cận mố và thành phần xoáy thu hẹp lớn hơn các điều kiện trung bình tại khẩu độ cầu bị thất lại. Dạng xoáy mố cầu đặt gần bờ lòng dẫn cơ sở được minh họa trong hình 3.



(a) Sơ đồ dạng xoáy

(b) Thí nghiệm trong phòng

(c) Hiện trường

Hình 3. Xoáy thủy lực đáy lòng dẫn cơ sở gây hư hỏng bờ, dẫn đến hư hỏng bề mặt đường dẫn đầu cầu và mố

Xói đáy lòng dẫn cơ sở xảy ra khi đáy của nó dễ bị xói hơn là bãi sông. Hình 3 minh họa cách thức xói đáy lòng dẫn cơ sở làm cho bờ của lòng dẫn cơ sở trở nên mất ổn định và sụp xuống. Bờ lòng dẫn cơ sở sụp xuống xén bớt mố và đường dẫn đầu cầu, điều này lại dẫn đến sụp đổ cục bộ. Đất và có thể đá đổ vùng bãi sông từ bờ và đường dẫn đầu cầu, bị sụp xuống, sẽ trượt vào hồ xói.

Xói mố được tính toán từ tiếp cận của NCHRP là xói tổng cộng tại mố, không cần phải bổ sung xói thu hẹp như khi tính xói cục bộ tại trụ cầu, do cách tiếp cận này đã gộp cả xói thu hẹp. Sự cải tiến trong sử dụng các phương trình xói mố NCHRP bao gồm:

- Không sử dụng chiều dài dòng chảy hiệu quả, L' , bị chặn bởi đường dẫn đầu cầu, do trong nhiều tình huống, việc xác định L' khó khăn;

- Các phương trình phản ánh rõ hơn đặc trưng vật lý của quá trình xói mố;

- Sử dụng các phương trình dự báo xói tổng cộng tại mố tốt hơn là sử dụng tách biệt phương trình xói cục bộ mố, sau đó được bổ sung vào xói thu hẹp.

Các phương trình xói khi mố cầu được đặt gần bờ lòng dẫn cơ sở là:

$$y_{\max} = \alpha_A y_C \quad (1)$$

$$y_S = y_{\max} - y_0 \quad (2)$$

trong đó: $y_{\max}$ là độ sâu dòng chảy cực đại do xói mố (m); y_C là độ sâu dòng chảy do xói thu hẹp nước đục (m); α_A là hệ số khuếch đại với điều kiện xói nước đục; y_S là độ sâu xói mố (m) và y_0 là độ sâu dòng chảy trước khi xói (m);

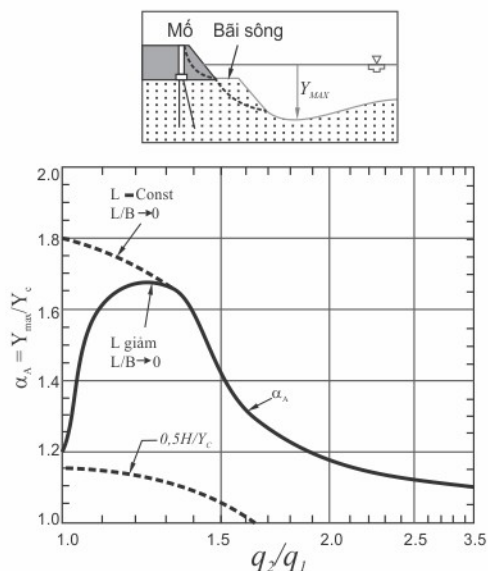
Giá trị của độ sâu xói thu hẹp y_C có thể được ước lượng thuận lợi bằng cách chấp nhận sử dụng và mở rộng các phương pháp nổi tiếng của Laursen [5] để ước lượng xói thu hẹp nước đục (Laursen, 1960). Các phương pháp của Laursen sẽ hữu ích để nhận dạng trực tiếp các đại lượng cơ bản liên quan đến xói mố, mặc dù chúng bỏ qua ảnh hưởng của xoáy rối kết cấu lớn. Các phương pháp xói thu hẹp khác cũng có thể được sử dụng. Các hệ thức áp dụng cho lòng dẫn có tính dính cũng như không có tính dính.

Dựa trên nghiên cứu của NCHRP, nếu chiều dài hình chiếu của đường dẫn đầu cầu lên phương ngang dòng chảy, L , lớn hơn hoặc bằng 75% chiều rộng bãi sông B_i , dạng xói gần bờ lòng dẫn cơ sở như trong hình 3 xảy ra và tính toán xói thu hẹp được thực hiện bằng tính toán xói nước đục. Phương trình xói thu hẹp là dạng được đơn giản hóa của phương trình xói thu hẹp nước đục. Bằng việc tổ hợp lưu lượng và chiều rộng, phương trình xói thu hẹp nước đục đơn giản thành tỷ số của hai lưu lượng đơn vị. Lưu lượng đơn vị có thể ước tính bằng hoặc lấy lưu lượng chia cho chiều rộng hoặc lấy tích số của vận tốc với độ sâu. Phương trình xói thu hẹp là:

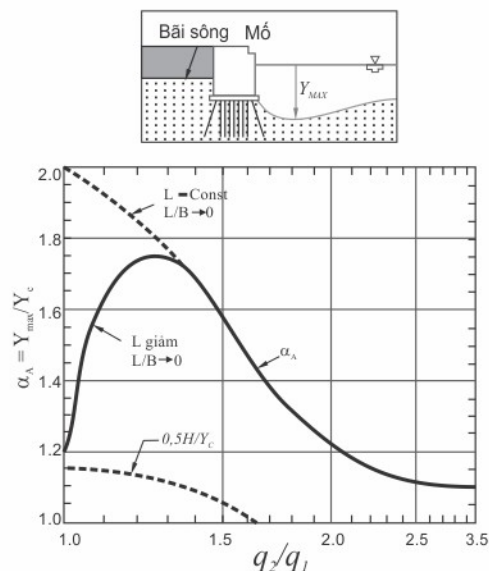
$$y_C = y_1 \left(\frac{q_{2c}}{q_1} \right)^{\%} \quad (3)$$

trong đó: y_C là độ sâu dòng chảy do xói thu hẹp nước đục (m); y_1 là độ sâu dòng chảy ở thượng lưu (m); q_1 là lưu lượng đơn vị ở thượng lưu (m^2/s) và q_{2c} là lưu lượng đơn vị ở khẩu độ co hẹp có tính đến phân bố dòng chảy không đều (m^2/s);

Giá trị của q_{2c} có thể được ước lượng như là tổng lưu lượng tại khẩu độ cầu chia cho chiều rộng khẩu độ cầu. Giá trị của y_C sau đó được sử dụng trong phương trình (1) để tính toán tổng độ sâu tại mố. Giá trị của α_A được lựa chọn từ hình 4 cho mố dạng $\frac{1}{4}$ nón và hình 5 cho mố tường cánh. Các đường cong liên nét có thể được sử dụng để thiết kế. Đường cong đứt đoạn đặc trưng cho điều kiện lý thuyết, vẫn còn phải được chứng minh bằng thực nghiệm. Với các giá trị nhỏ của q_{2c}/q_1 ($1,05 < q_{2c}/q_1 < 1,6$), tức là dòng chảy chỉ bị thu hẹp cục bộ xung quanh mố và xói thu hẹp là nhỏ bỏ qua, hệ số khuếch đại α_A là lớn, bởi vì sự tách dòng xung quanh mố và cấu trúc rối chiếm ưu thế vượt trội quá trình xói mố. Với các giá trị lớn của q_{2c}/q_1 ($q_{2c}/q_1 > 1,6$), tức là dòng chảy dưới cầu bị thu hẹp nghiêm trọng, xói thu hẹp vượt trội, lấn át quá trình xói mố, hệ số khuếch đại α_A sẽ giảm nhỏ về giá trị 1,1. Tại giới hạn này, công trình cầu tạo ra ảnh hưởng nước vật đáng kể chặn dòng nước. Ứng suất tiếp đáy do dòng chảy bị thu hẹp nhiều lớn hơn lực bảo xói do cấu trúc rối do mố gây ra. Trong chừng mực nào đó, sự thu hẹp cục bộ đoạn như vậy tương tự như xói tại cống xả đáy.



Hình 4. Hệ số khuếch đại xói đối với mố $1/4$ nón và xói nước đục [9, 10]



Hình 5. Hệ số khuếch đại xói đối với mố tường cánh và xói nước đục [9, 10]

Hai giới hạn tồn tại đối với dòng chảy thu hẹp dưới cầu có xu hướng tiến đến giá trị không. Giới hạn thứ nhất là khi chiều rộng lòng dẫn không đổi, mức độ thu hẹp dòng chảy sẽ giảm khi chiều dài đường dẫn lên cầu giảm. Giới hạn thứ hai là khi chiều dài đường dẫn lên cầu không đổi, mức độ thu hẹp dòng chảy sẽ giảm khi chiều rộng lòng dẫn tăng. Hai giới hạn này cho các giá trị rất khác nhau của độ sâu xói mố. Khi chiều dài mố (bao gồm đường dẫn đầu cầu) giảm về giá trị không, độ sâu xói có xu hướng về giá trị không. Tuy nhiên, khi chiều dài mố (bao gồm đường dẫn đầu cầu) không đổi, độ sâu xói không có xu hướng tiến đến giá trị không khi chiều rộng lòng dẫn tăng. Về cơ bản, tất cả các thực nghiệm trong phòng, cho đến nay, sử dụng máng có chiều rộng không đổi. Để thu được kết quả thí nghiệm theo giới hạn thứ 2, việc sử dụng máng có chiều rộng thay đổi sẽ đòi hỏi chi phí rất đắt (hình 4, 5).

Các giá trị biên độ của đụn cát $0.5H/Y_c$ (ở trong khu vực xói) cũng được thể hiện trên hình 4 và hình 5. Chiều cao lớn nhất H của các đụn cát trong máng thí nghiệm và các lòng sông, nói chung, bằng xấp xỉ một phần ba độ sâu dòng chảy (Vanoni, 1975) [11].

4. Kiểm định phương pháp mới tiếp cận của NCHRP

Tại Mỹ, việc kiểm định hiện trường ước lượng xói mố nước đục hiện nay bị hạn chế trong phạm vi so sánh gần đúng, do nhiều hiện trường mố thực tế vẫn có sự khác thường về địa hình, địa mạo, các đặc trưng về sức cản dòng chảy, bùn cát và đất ở các biên lòng dẫn, cũng như chi tiết về cách bố trí và xây dựng chúng. Ngoài ra, trường hợp nghiên cứu xói nước đục tại mố, đặt gần bờ lòng dẫn cơ sở, có thể đi kèm hư hỏng địa kỹ thuật của bờ lòng dẫn cơ sở. Các vấn đề này làm hạn chế độ chính xác của kiểm định định lượng hiện trường các phương pháp ước lượng.

Hai dạng so sánh, dùng để kiểm định hiện trường phương pháp ước lượng xói mố NCHRP, bao gồm: So sánh bằng mắt xói mố được quan sát ở hiện trường và phòng thí nghiệm và so sánh định lượng độ sâu xói mố đo được ở hiện trường và phòng thí nghiệm.

Các nguồn tư liệu chủ yếu về quan sát hiện trường và các số liệu, được sử dụng để so sánh, là các nguồn được báo cáo bởi Cục đo đạc địa chất Mỹ (USGS-United States Geological Survey), đặc biệt là của Mueller và Hichcock (1998) [7], Mueller và Wagner (2005) [8]. Một điểm quan trọng, nổi lên từ việc xem xét lại các báo cáo hiện trường về xói mố, là sự tương đối khan hiếm các trường hợp xói tại mố đã được dẫn chứng bằng tài liệu một cách đầy đủ.

So sánh bằng mắt các hư hỏng do xói tại các mố thực tế đặt gần bờ lòng dẫn cơ sở với các hư hỏng thu được từ các thực nghiệm trong máng đã được thực hiện. Tuy nhiên, với việc đặt quan sát hiện trường và phòng thí nghiệm có sự tham chiếu với nhau, các quan sát hiện trường cũng cho thấy những khó khăn gặp phải khi phải nỗ lực so sánh các ví dụ hiện trường với phòng thí nghiệm, hoặc thậm chí khi so sánh các ví dụ hiện trường với nhau. Ngoài sự khác nhau về tình huống hiện trường mang tính địa phương, các quan

sát từ một cảnh tượng tương tự cũng khó mà lặp lại. Hơn nữa, việc đo độ sâu xói có liên quan đến hư hỏng mố đường như hiếm khi thực hiện được đều đặn, một phần là do đường vào để tiếp cận đo chỗ bị xói khó khăn, một phần là do áp lực thường xuyên trước yêu cầu thực tế là phải giữ ổn định và sửa chữa hiện trường hư hỏng mố ngay sau khi xảy ra sự cố hư hỏng. Một khó khăn làm phức tạp việc kiểm định định lượng hiện trường ước lượng xói là yêu cầu phải dẫn chứng bằng tư liệu hiện trường đầy đủ việc đo độ sâu dòng chảy, cao trình mực nước và vận tốc.

Mặc dù tồn tại các hạn chế hiện trường trong việc kiểm định định lượng thực tế các hệ thức được đề xuất để ước lượng độ sâu xói tại mố cầu, nhưng các so sánh đã được thực hiện, biểu thị rằng các quan hệ được đề xuất cho ước lượng độ sâu xói nước đục tại mố được đặt gần bờ lòng dẫn cơ sở phù hợp với các ước lượng quan sát được tại các mố cầu thực tế [9, 10].

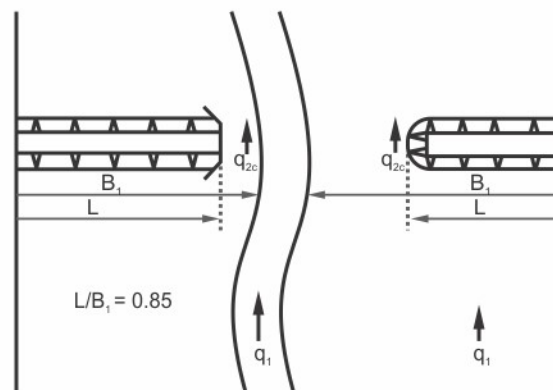
Yêu cầu lớn hiện nay đối với kiểm định xói mố là sự dẫn chứng nhiều hơn bằng tư liệu về hình dạng xói và đo đạc độ sâu tại các mố.

Ở Việt Nam, công tác kiểm định thực tế xói mố chưa được quan tâm đúng mức nên các số liệu đo xói hiện trường mố còn quá ít và chưa được thu thập một cách có hệ thống để phục vụ cho việc kiểm định các phương pháp ước lượng xói mố.

Tiến hành thu thập đầy đủ số liệu đo xói mố hiện trường sẽ thúc đẩy từng bước hiệu chỉnh các phương trình được đề xuất theo phương pháp tiếp cận mới NCHRP, qua đó, sẽ nâng cao hơn nữa độ chính xác và độ tin cậy của phương pháp mới này.

5. Ví dụ áp dụng xói nước đục theo phương pháp tiếp cận mới NCHRP

Các dữ liệu được đưa ra ở hình 6. Mố có tường cánh được đặt gần bờ trái lòng dẫn cơ sở sao cho $L/B_1 = 0,85$; Lưu lượng đơn vị lòng dẫn thượng lưu $= q_1 = 5,3 \text{ m}^2/\text{s}$; Lưu lượng đơn vị qua khẩu độ cầu $= q_{2c} = 7,3 \text{ m}^2/\text{s}$; Độ sâu dòng chảy thượng lưu (y_1) và độ sâu dòng chảy trong lòng dẫn cơ sở trước xói (y_0) đều bằng 3m. Yêu cầu tính toán xói mố đối với trường hợp xói mố cầu được đặt gần bờ trái lòng dẫn cơ sở theo phương pháp tiếp cận mới NCHRP.



Hình 6. Sơ đồ mặt bằng tính toán xói mố có tường cánh.

Ta có: $q_{2c}/q_1 = 7,3/5,3 = 1,4$; $y_c = y_1(q_{2c}/q_1)^{0,7} = 3 \times (1,4)^{0,7} = 4 \text{ m}$; Từ hình vẽ 4, giá trị của $\alpha_A = 1,7$; $y_{\max} = \alpha_A y_c = 1,7 \times 4 = 6,8 \text{ m}$; $y_s = y_{\max} - y_0 = 6,8 - 3 = 3,8 \text{ m}$.

6. Kết luận và kiến nghị

Bài báo đã nghiên cứu phân tích một số vấn đề bất cập và những hạn chế trong việc đánh giá khả năng xói sâu mố cầu cũng như kiểm định sự ổn định của móng mố cầu hiện nay.

Xuất phát từ phân tích trường dòng chảy khu vực xung quanh mố cầu, trong đó nhấn mạnh sự thu hẹp dòng chảy và xoáy rối kết cấu lớn có sự tương tác với nhau và khó có thể tách biệt nhau, bài báo đã nghiên cứu đề xuất áp dụng phương pháp mới ước lượng xói cục bộ nước đục tại mố được đặt gần bờ của lòng dẫn cơ sở. Phương pháp mới này được đề xuất áp dụng trên cơ sở các kết quả nghiên cứu thực nghiệm trong phòng và số liệu hiện trường có sẵn về xói mố cầu và các ý kiến đánh giá về khả năng áp dụng phương pháp vào thực tế hiện trường của các chuyên gia, thuộc Hội đồng Thẩm định Dự án "Chương trình

hợp tác nghiên cứu quốc gia về đường cao tốc" (Mỹ) (NCHRP). Vì vậy, phương pháp tiếp cận mới này có độ tin cậy hơn so với phương pháp tiếp cận trước đây là tính toán xói cục bộ tách riêng khỏi xói chung (xói thu hẹp), do có cơ sở khoa học vững chắc và rõ ràng trong việc phản ánh bản chất vật lý của quá trình xói mố, thông qua mô phỏng thực tế hiện trường cấu trúc của trường dòng chảy xung quanh mố, mặc dù vẫn còn tồn tại các hạn chế hiện trường trong việc kiểm định định lượng các hệ thức xói mố.

Kết quả nghiên cứu đề xuất áp dụng phương pháp mới ước lượng xói cục bộ nước đục tại mố được đặt gần bờ của lòng dẫn cơ sở đã cung cấp một công cụ tính toán tiên tiến và hiệu quả, đóng vai trò như một chỉ dẫn kỹ thuật để tính toán thiết kế công trình móng mố cầu hiện nay ở Việt Nam.

Khái niệm về xói mố và các công thức, được sử dụng để ước lượng xói gắn liền với tổ hợp xói cục bộ, do xoáy rối kết cấu lớn được hình thành bởi sự phân tách dòng chảy và xói thu hẹp do sự tăng tốc dòng chảy gây ra bởi chính sự thu hẹp dòng chảy. Với tính hướng này, xói thu hẹp không nên được tính toán tách khỏi ước lượng xói mố. Do đó, kiến nghị rằng, cần phát triển công thức tổ hợp của xói thu hẹp nước đục và xói mố để ước lượng xói mố đặt gần lòng dẫn cơ sở.

Hơn nữa, xói thu hẹp được nhìn nhận như là tính toán độ sâu xói cơ sở, như đã được đề nghị trong nhiều nghiên cứu gần đây về xói mố và xói mố được đặt ra như là sự nhân thêm một vài hệ số nào đó của xói thu hẹp, hơn là bổ sung xói mố vào xói thu hẹp. Trong bối cảnh đó, việc chọn lọc thêm các công thức xói thu hẹp có thể không phải là cách tiếp cận có lợi nhất, mà đúng hơn là, việc tích hợp xói thu hẹp vào các công thức xói mố có thể là mục tiêu hữu ích hơn và cũng thực tế hơn.

Tài liệu tham khảo

1. Trần Đình Nghiên (2003), *Thiết kế thủy lực cho dự án cầu đường*, NXB Giao thông Vận tải, Hà Nội.
2. Trần Đình Nghiên (số 8 và 9/2005), "Nghiên cứu mới về xói cục bộ mố cầu", *Tạp chí Cầu đường Việt Nam*, Bộ Giao thông Vận tải, Hà Nội.
3. Trần Đình Nghiên (2010), *Xói lở ở công trình cầu*, NXB Xây dựng, Hà Nội.
4. Nguyễn Xuân Trục (2006), *Thiết kế đường ô tô công trình vượt sông*, tập 3, NXB Giáo dục, Hà Nội.
5. Laursen, E.M.(1980), *Prediction Scour at Bridge Piers and Abutments*, General Report No. 3, Arizona Department of Transportation, Phoenix, AZ.
6. Liu, H.K., Chang, F.M., and M.M. Skinner (1961), *Effect of Bridge Constriction on Scour and Backwater*, Department of Civil Engineering, Colorado State University, Fort Collins, CO.
7. Mueller, D.S., and Hitchcock, H.A. (1998), *Scour measurements at contracted highway crossing in Minnesota*, 1997, Proc. 1998 Int. Water Res. Engrg. Conf., Part 1 (of 2) Aug 3-7, v1, ASCE, pp.210.
8. Mueller, D.S., and Wagner, C. R. (2005), *Field observations and evaluations of streambed scour at bridges*, Report FHWA-RD-03-052, Federal Highway Administration, Washington D.C.
9. National Cooperative Highway Research Program (2010b), *Estimation of Scour Depth at Bridge Abutment*, NCHRP Project 24-20, Draft Final Report, Transportation Research Board, National Academy of Science, Washington D.C (Ettema, R., T. Nakota, and M. Muste).
10. National Cooperative Highway Research Program (2011b), *Evaluation of Bridge-Scour Research: Abutment and Contraction Scour Processes and Prediction*, NCHRP Project 24-27(02), Transportation Research Board, National Academy of Science, Washington D.C (Sturm, T., Melville, B.M., and R. Ettema).
11. Vanoni, V.A., (ed.) (1975), *Sedimentation Engineering*, ASCE Manual and Reports on Engineering Practices, ASCE 54, New York, NY.